廃発泡スチロール骨材を利用したポーラスコンクリートによる植生利用への検討

九州共立大学　正会員 ○木南香織
同上　　　　正会員　牧角龍憲

1.はじめに: 本研究は発泡スチロールの断熱効果に着目し、植生ポーラスコンクリート(PoC)骨材として利用することで廃発泡スチロールの有効利用を検討したものである。従来の植生 PoC の多くは骨材に砕石が用いられているが、植物のより良好な成育、ならびにヒートアイランド現象低減を望む上で、砕石の熱特性（表-1 参照）から、熱伝導性及び蓄熱性の改善が重要と思われる。また、植生 PoC を屋上等に用いる場合、より一層の軽量化が望まれる。一方、廃発泡スチロールは日本国内において年間約 1000 万m^3 という膨大な量が廃棄され、その内再利用されているものはわずか 30%程度に過ぎないのが現状であるが、その特長として密度が小さい、断熱性を有する、安価であるなど、植生 PoC 骨材として魅力的な利点を有している。

表-1.熱特性（出典:理科年表）

物質	状態	熱伝導率 (W・m-1・k-1)	比熱 (J/g・K)
ポリスチレン	常温	0.25～0.34	1.34
砕石（花崗岩）	常温	3.25	0.80～0.84
コンクリート	常温	1.0	0.84
土壌	水分量4%	0.15	－

2.実験概要

(1) 使用材料： セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.15）と高炉セメント B 種（密度 3.04)を使用し、骨材には廃発泡スチロール骨材（廃発泡スチロールを破砕したもの、以降 REPS、密度:0.02）と砕石（共に粒径 20～25 ㎜単粒,密度:2.60）を使用した。また混和剤に、高性能 AE 減水剤（密度 1.10)、ポリマーエマルジョン（アクリル樹脂系)、増粘剤を使用した。

写真-1.REPS

(2) REPS-PoC の作成： 本研究は超軽量骨材を用いた全く新しい試みであるため、植生 PoC の要求性能を満足する配合の選定、並びにバインダー製造の目安、混和剤添加の必要性等の検討を行わなければならない。まず、REPS を用いた PoC において、植生 PoC の要求性能（垂落ち:≦50%/底面積、空隙率:≧25%）を満足し得る配合を選定するため、配合条件を任意で変化させ検討を行った。水粉体比については 22～25%、AE 減水剤は粉体×0.5～1.5%、増粘剤は粉体×0.4～0.6%の範囲でそれぞれ変化させた。また、砕石 PoC についても同様の検討を行った。

(3) REPS 及び砕石 PoC の温度性状比較： REPS の熱特性については表-1 に示す通りであるが、その断熱性はバインダーに被覆されても期待できるか否かを検証するため、REPS・砕石 PoC に熱を与え、その後の温度変化を比較した。同一条件（配合及び空隙率）で作成した REPS・砕石 PoC 供試体（φ10×20cm）を鉛直に立てた状態で、電気式温風ヒーター（2500cal）を用いて 10cm 離れた地点より 60 分加熱を行い、その表面温度を測定した。供試体表裏それぞれ縦方向 2 cm 間隔で 9 箇所ずつ印した点を、非接触型温度計を用いて加熱終了直後より 60 分経過まで 5 分毎に計測した。一箇所につき 2 回測定し、平均を測定値とした。

(4) REPS-PoC の植生適応性の確認： PoC への植生は既往の研究報告により可能であることが検証されている。ここでは新しい試みである REPS-PoC へも植生は可能か否か、また砕石 PoC との間に生育状況の違いは見られるか否かを確認することを目的とし、表-2 に示す配合で作成した供試体(各 10 体)へ緑化基盤を定着させ、トールフェスクの種子を用い植生を行った。生育状況を供試体条件別（使用骨材、使用セメント、空隙率）に観察・記録した。

3.結果及び考察

(1) REPS-PoC 作成（混和剤添加及びバインダー製造目安の検討）： 本実験における配合検討において、要求性能を満足し得た配合を表-2 に示す。予備試験として混和剤無混入でバインダーを製造し骨材と絡めたところ、垂れ落ちが要求性能を満足し得なかった。そこでバインダーの粘性を混和剤で調整して検討を行った結果、底面垂れ落ち 50%以下という要求性能を満足するには、REPS-PoC の場合でフロー値 180 ㎜以下、砕石 PoC の場合で 150 ㎜以下をバインダー製造の目安とできることが分かった。骨材粒径が同じでも REPS の方が大きなフロー値になる理由としては、REPS が普通骨材と比較して多孔質であるため、わずかに水分が孔内へ吸収されること事によると考えられる。

表-2．要求性能を満足した配合

使用骨材	使用セメント	水粉体比（%）	SP(粉体×%)	フロー値（mm）	空隙率（%）
REPS	普通	25	1	178	33
			1.1	167	35
	高炉B種		0.5	149	37
			0.6	167	36
砕石	普通	24	0.5	142	36
			0.6	139	37
	高炉B種	22	0.5	113	36
			0.6	125	38

(2) REPS・砕石 PoC の温度性状比較

① 温度分布比較： 測点別の温表面温度分布を図-1 に示す。REPS および砕石共に供試体表面の最高温度は 39 ℃付近まで上昇が見られるが、砕石 PoC の裏面温度が正面温度とほぼ比例する形で上昇が見られるのに対し、REPS-PoC の裏面については、ほとんど温度の上昇が認められない。両供試体の表面には同量の熱が伝導されていることから、砕石 PoC が熱を内部まで伝導するのに対し、REPS- PoC は熱を遮断し、内部まで伝達し

キーワード： ポーラスコンクリート・リサイクル・EPS・植生
連　絡　先： 807-8585　北九州市八幡西区自由ヶ丘 1-8　tel:(093)693-3233 , fax(093)693-3225

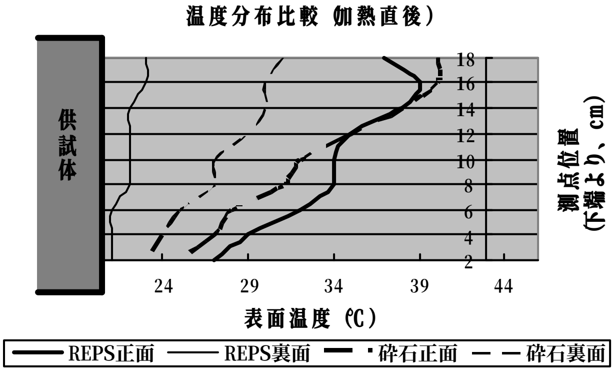

図-1．表面温度分布比較

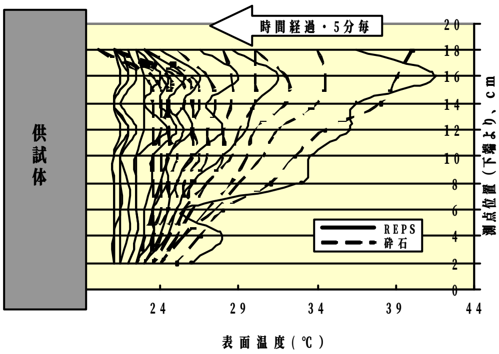

図-2．表面温度経時変化比較

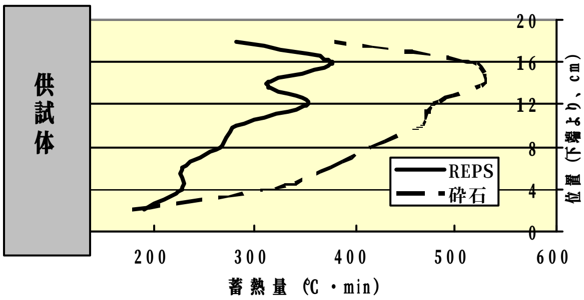

図-3．蓄熱量比較

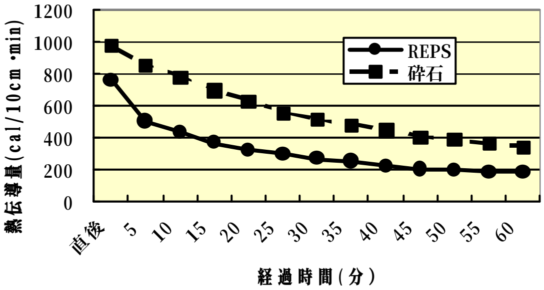

図-4．熱伝導量比較

ないことが検証された。即ち、廃発泡スチロールの断熱効果はモルタルに被覆されても期待できることが確認された。

② 温度変化比較：試験結果を図-2 に示す。図よりREPS-PoC の温度が急激に下降しているのに対し、砕石PoC の温度下降は緩やかであることがわかる。REPS-PoC が 15 分過後にはほぼ加熱前の温度に戻るのに対して、砕石 PoC については、温度の下降に REPS-PoC の約５倍の時間を要するという結果であった。

③ 見掛けの蓄熱量及び熱伝導量比較：室温以上の温度を見かけの蓄熱量として算出し、グラフ化したものを図-3 に、また熱伝導量を算出しグラフ化したものを図-4 にそれぞれ示す。蓄熱量については REPS と砕石間で最も違いが見られる地点において、約 1.7 倍の差が確認された。また図-4 より、熱伝導量についても REPS-PoC は砕石 PoC の値を下回っていることが確認できる。これらの結果より、REPS-PoC は砕石 PoC に比較し蓄熱性、熱伝導量共に極めて低いことが確認された。

(3) REPS-PoC 植生試験

① REPS-PoC における植生適応性の確認：供試体種類別の発芽状況を図-5 に示す。使用骨材の観点から比較すると、多少のばらつきは見られるものの、双方に大きな違いは認められなかった。また、生育状況についても同様の結果が得られた。よって、REPS-PoC でも従来の PoC 同様に植生が可能であることが検証された。

② 使用セメント別生育状況比較：使用セメントの観点から発芽状況を比較すると、普通セメントを用いたものより高炉セメントを用いたものがより早く、多くの発芽本数が確認された。また、生育状況についても発芽状況同様、高炉セメントを用いたもの方がより良好な伸長状況(土表面からの伸長差:約 1.8 倍)が確認された(写真-2)。故に、普通ポルトランドセメントを使用しても植生は可能であるが、より早く、良好な生育状況を望む場合、高炉セメントは効果的であるといえる。

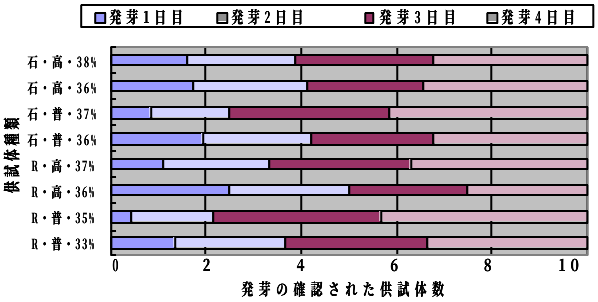

図-5．供試体別発芽状況

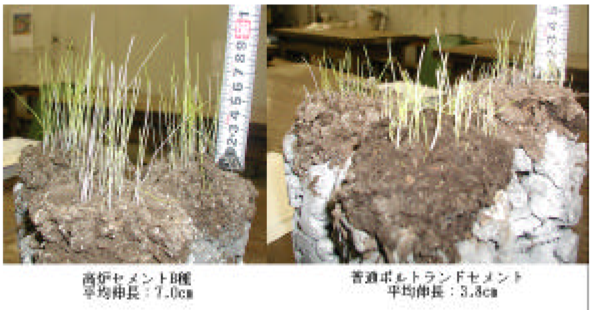

写真-2．使用セメント別生育状況比較（定着後 30 日）

4．まとめ：本研究により得られた所見を以下に記す。

- 一次破砕のみの REPS でも粗粒に破砕することで有効に用いることができる。またこの場合、フロー値 180 ㎜以下をバインダー製造の目安とできる
- REPS の断熱効果はモルタルに被覆されても期待できる

以上の点より REPS-PoC は、既存の PoC の種々の問題点を克服した、より植生に有効な PoC といえる。

《参考文献》

- ポーラスコンクリートの製造とこれからがわかる本/株式会社セメントジャーナル社/2001
- (財)先端技術センター/ポーラスコンクリート河川護岸の手引き/山海堂/2001